



Středoškolská technika 2010

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Vyrob si svůj Stirlingův motor

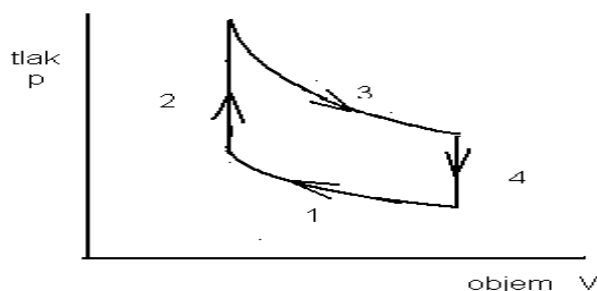
Petr Knob, Lukáš Kaboň, Marián Adamus, Lukáš Urbanec, Vojtěch Čermák

SPŠS Betlémská
Betlémská 4, Praha 1- Staré Město

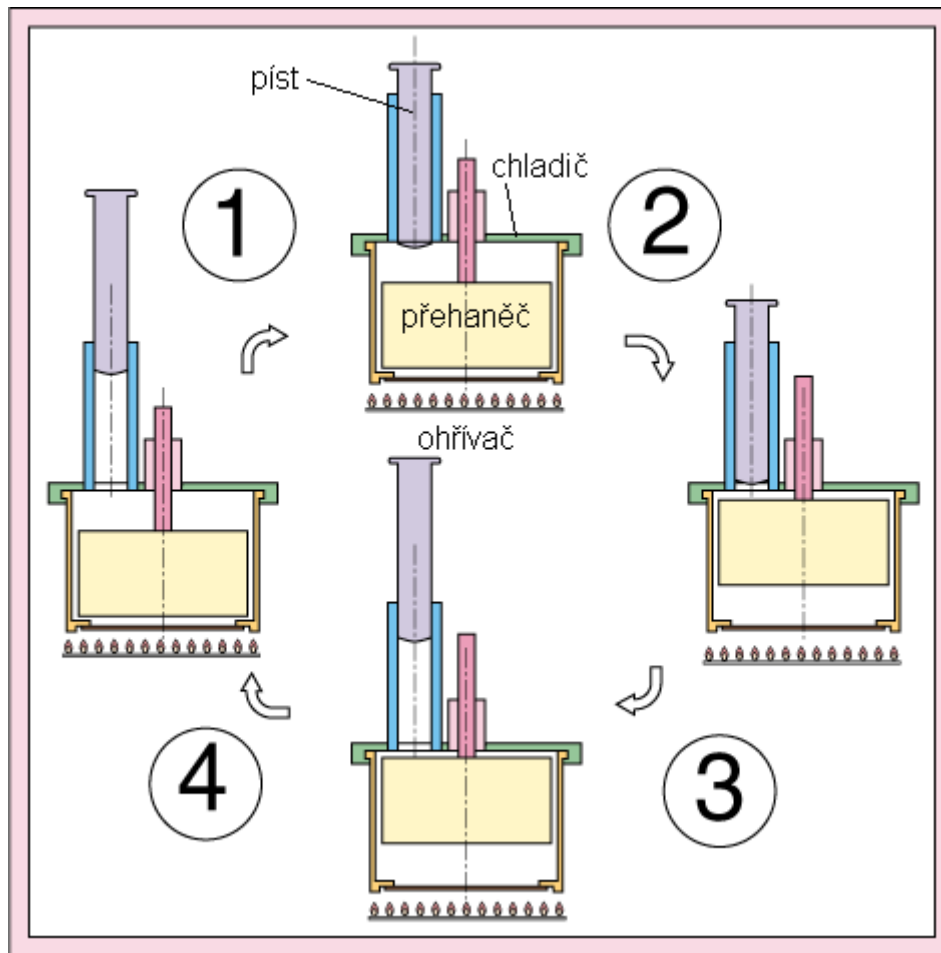
Letos se na škole SPŠS Betlémská konal již 4. ročník soutěže konstruktérů Stirlingova motoru. Ač první tepelný motor využívající tento princip zkonstruoval Skot Robert Stirling v roce 1816, i dnes je tato soutěž nevšední, protože vzhledem k obtížné technické proveditelnosti výkonného pohonu téměř upadl v zapomnění.

Proč tedy právě „stirling“? Odpověď zní asi takto: Motor má 4 hlavní výhody. V první řadě pracuje na jakémkoliv teplo dodávané z vnějšku (v praxi tedy nejvíce teplo vzniklé vnějším spalováním a teplo slunečních paprsků). Dále vysoká teoretická účinnost avšak ovlivněna konstrukčními možnostmi a poměrem teplot ohříváče a chladiče. Za třetí tu je čistota provozu a motoru, celý stroj je totiž uzavřený, pracuje nezávisle na okolním prostředí. Jelikož pohyblivé části motoru nemusí odolávat velkým zatížením a teplotám, významná je i jeho vysoká životnost. Tyto výhody ho předurčují například k tak nestandardnímu využití jako je pohon vesmírných družic, čehož si je NASA vědoma a princip Stirlingova motoru ve svých výzkumech právem využívá.

Krátce se nyní pokusím popsat princip Stirlingova motoru (viz obr. 1). Jedná se o tepelný motor. Pokud se přehaněč dostane do horní polohy, prakticky všechny plyn se začne ohřívat a tím zvyšuje svůj tlak. Píst na to reaguje pohybem nahoru a vzduch se může roztahovat úměrně s rostoucí teplotou plynu (řekněme, že se tlak nemění). Pokud teď přehaněč sjede do dolní polohy, plyn se ochladí a ztratí svůj tlak. Píst je tedy vtahován dovnitř. Teplota stále klesá a objem plynu se zmenšuje. Takto se tedy pohybem přehaněče řídí pohyb pístu, který koná práci.



Obrázek č. 2- průběh tlaku v přehaněcí komoře



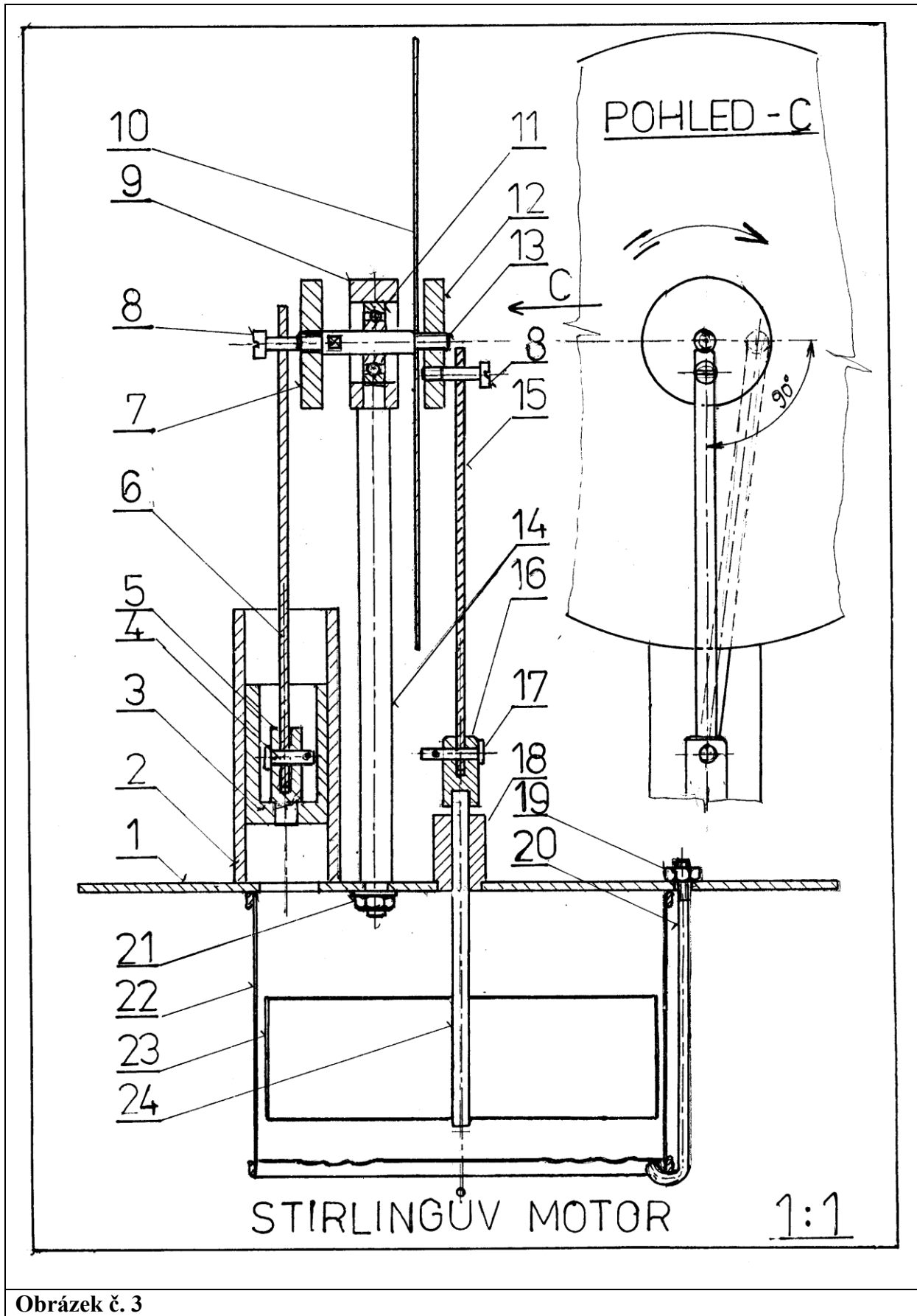
Obrázek č. 1- princip Stirlingova motoru

Jak tedy vlastní soutěž vypadá. Soutěžící obdrží sadu několika součástí, se kterými naloží podle svého uvážení (neobsahuje přehaneč komoru a těsnicí materiály). Pravidla pouze zavazují k použití modifikace motoru s přehaneč komorou a pístem, který je z principu podobný tomu na výkrese (obr. č. 2), a schodným rozměrům a tvaru přehaneč komory. Soutěž je však přesto velmi otevřená i jiným konstrukcím, čili zvláštní ocenění může dostat i ten, jehož „Stirling“ se kvůli pravidlům nemůže zúčastnit soutěže nebo dokonce může vzniknout další kategorie. Kategorie jsou tři, pro další rok byla vyhlášena čtvrtá:

1. Otáčky motoru (myšleno počet cyklů) za minutu
2. Design motoru
3. Technická vylepšení motoru

a nově 4. Pohon (ukázka motoru pohánějícího cokoli, např. větrák, vozítko ...)

Provedení motorů se velmi liší. Časová náročnost je různá, nejjednodušší typ na výkrese (obr. č. 2) zabere asi 12 hodin práce. Setkáme se ale i se stroji konstruovanými průběhem čtvrt roku, na kterých je odpracováno okolo padesáti hodin. Letos byl zaznamenán průlom 1000ot./ min výkonem 1080 ot./min, takže oproti 423 otáčkám z prvního ročníku je za ty 4 roky vidět veliký pokrok.



Obrázek č. 3

Naše motory

Nyní se pokusím rozebrat dvě konstrukce z naší skupiny nadšenců třídy 2.A SPŠS Betlémská.

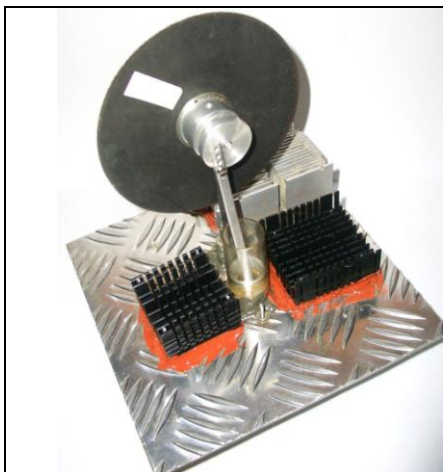
1) Motor Lukáše Kaboně

Jedná se o klasickou proporci, kdy základ přeháněcí komory tvoří plechovka průměru 100 mm a výšce 62mm. Její dno tvoří ohřívač. Na ní je přitažena hliníková deska tvořící chladič, k níž je přišroubován nosník s kuličkovými ložisky, vodítko z duralu se zalisovanou mosaznou trubicou a epoxidem přilepený skleněný válec vnitřního průměru 23 mm. Pro lepší chlazení jsou k desce silikonovým lepidlem přilepeny chladiče. Píst, kliky a táhla jsou z duralu. Přeháněč je snýtován s hliníkového plechu 0,5mm a má osičku z duralové trubky. Jako setrvačnick je použit rozbrušovací kotouč 100 mm. Kliky jsou vůči sobě pootočené o 90 stupňů.

Motor točí něco přes 500ot./min, což svědčí o velmi dobrém provedení byť jednoduché konstrukce (obr. č. 4-6).



Obrázek č. 4



Obrázek č. 5



Obrázek č. 6

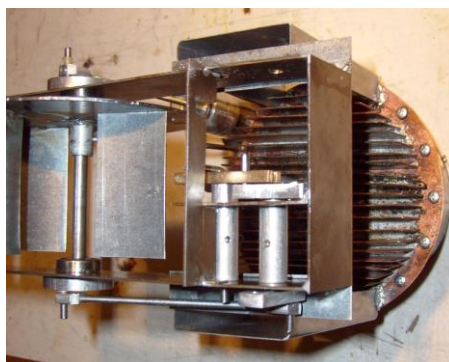
2) Motor Vojtěcha Čermáka, Lukáše Urbance a Mariána Adamuse

Konstrukce motoru je podřízena využití kulisového mechanismu, dlouhé životnosti motoru a rozebíratelnosti celého stroje. Jak kulisový mechanismus funguje ukazují obrázky č. 7-9. Přehaněč uprostřed cesty má velkou rychlost a u krajů rychle zpomaluje, až se zastaví. Poté se o nepatrný kus vrátí zpátky a zase se přimáčkne ke kraji. Pak zase začne zrychlovat a vydá se na druhou stranu. Tímto se dosahuje v porovnání s klasickým klikovým mechanismem delší doby ohřevu nebo chlazení plynu, což se projeví zvýšením kroutícího momentu. Je to ale vykoupeno vyššími silami v mechanismu a tím i jeho větším odporem. Motor tak nemůže pracovat s vysokými otáčkami, jeho optimum, kde podává největší výkon je cca 250ot./min(zmenšením zdvihu přehaněče lze zvýšit otáčky na prázdno až na 360 za min).

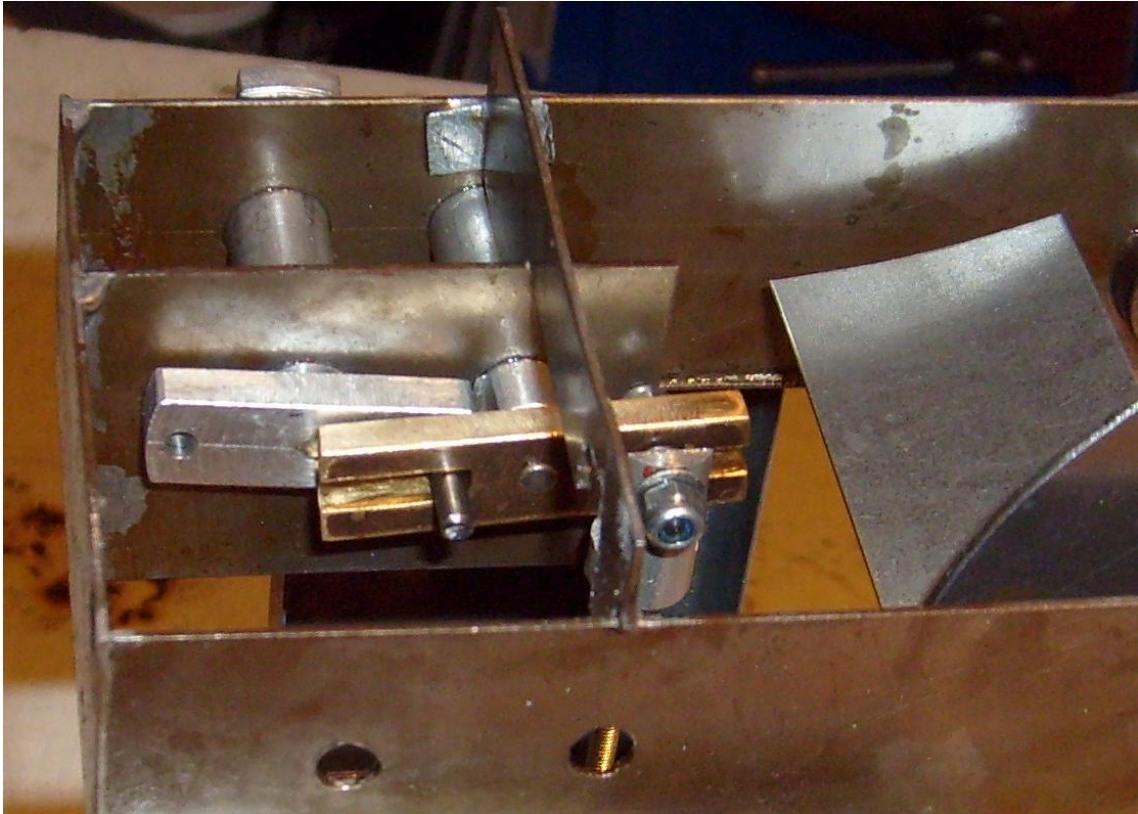
Základem motoru je opět konzerva 100x62mm. Na ní je připájená příruba z ocelového plechu. Uzavírá se pomocí 16 šroubů víkem (obr. č. 10) z měděného plechu 0,8 mm s připájenými žebry ze stejného mat.. Přehaněč (obr. č. 11-12) je za účelem malého aerodynamického odporu spájený z ocelového plechu 0,5 mm pájkou 70% Sn 30%Zn (teplota tání je přes 300 stupňů Celsia)- skládá se ze dvou vík, skruženého pláště a tří vnitřních výztuh. Jeho osička je mosazná trubka, běhá v ocelovém pouzdře. Všechny táhla jsou ze závitové ocelové tyče. Pevné kliky jsou z duralu, kulisa je mosazná. Klika pístu je spájená s více ocelových částí, celé to drží na duralovém disku. Čepy kromě pístního jsou z oceli pracující v mosazném pouzdru. Kroutící moment na hřídele je převáděn volným uložením vyplněným vteřinovým lepidlem. Dodávaný skleněný válec je plněn dvěma kanálky pro lepší proudění v přeháněcí komoře. Píst je též původní duralový. Celé to spojují pájené šasi z ocelového plechu.



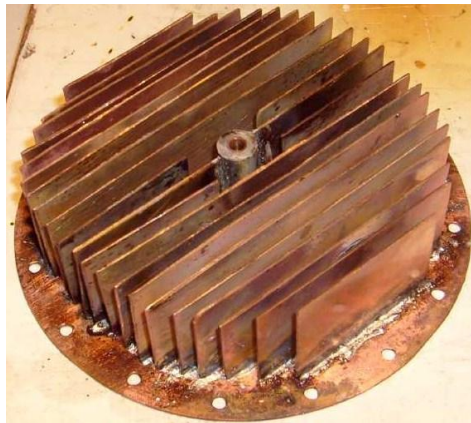
Obrázek č. 7



Obrázek č. 8



Obrázek č. 9



Obrázek č. 10



Obrázek č. 11..... Obrázek č. 12

A takto si motor běhá:

